

배광 측정기기를 위한 조명 계산용 소프트웨어 개발

(The Development of Software for Lighting Calculation of Goniophotometer)

허남돈* · 한옥표 · 구자함 · 김훈
 (Nam-Don Hur · Uk-Pyo Han · Ja-Ham Koo · Hoon Kim)

요 약

현재, 연구진이 개발하고 있는 배광 측정기기를 위한 조명 계산용 소프트웨어는 일반적인 조명치들에 대한 계산 결과는 물론, 조명기구의 광학적 특성을 파악하는데 필요한 데이터를 제공한다. 조명용 배광 측정기기를 통해 조명기구의 배광 분포를 측정하게 되면, 이를 바탕으로 기구의 광학적 특성을 계산해낼 수 있는데, 이는 현재 개발하고 있는 조명 계산용 소프트웨어로 실현이 가능하다. 이러한 일련의 조명기구의 배광 측정과 그 해석이 조명 계산용 소프트웨어 개발의 주된 목적이라 할 수 있다. 본 논문에서는 그 동안 개발된 소프트웨어의 내용을 정리한 것이다.

1. 소프트웨어 개발 범위 및 내용

조명기구의 배광 측정 결과를 이용하여, 이와 관련한 각종 정보를 생성하는 것을 목적으로 한다. 여기서, 배광 측정 결과라 함은, 표준 형식의 배광 파일인 IES 파일을 말하며, 이를 통해, 각종 조명 계산치인 광도, 광속, 조도, 휘도, 조명률 및 Glare 등을 각각의 화면에서 확인할 수 있다. 더불어, 여러 개의 IES 파일에 대한 조명 계산치들을 서로 비교할 수 있다.(그림 2. 참조)

다음은 적용하고자 하는 각종 조명 계산치 예이다.

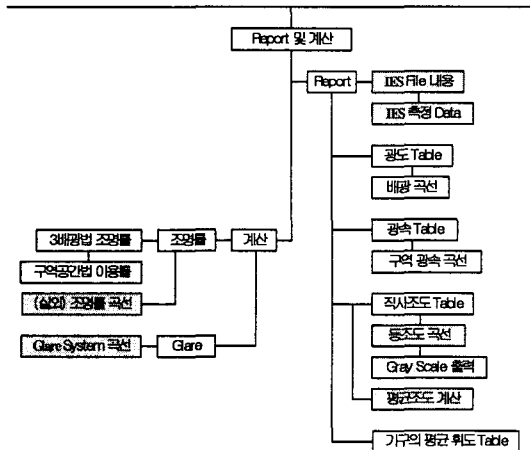


그림 1. 각종 조명 계산치의 예

여기서, IES 파일 내용, IES 측정 데이터, 등조도 곡선, Gray Scale 출력, 평균 조도 계산, (실외) 조명률 곡선, Glare System 곡선 등은 개발이 완료되어, 본 논문에서 소개될 항목들이다. 이미 개발이 완료되어, 소개된 항목들에 대해서는 2002년도 학술대회 논문집이나 학회 논문집 9월호를 통해 확인해 볼 수 있다.

다음은 구현된 주요 화면 모습이다.

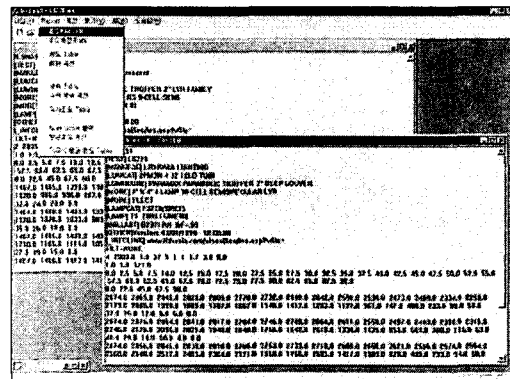


그림 2. 구현된 주요 화면 비교

위 그림처럼, 여러 개의 IES 파일들을 열 수 있게 하여 서로 비교가 가능하도록 한다. 이는 세부 메뉴들에 대해서도 적용 가능하다.

다음은 소프트웨어 개발을 위한 진행 단계를 소개한 것이다.

1. IES 파일의 내용 및 구조 파악
2. 각종 조명 계산치에 대한 이론 연구
3. 각종 조명 계산치 적용을 위한 작업 순서도 및 알고리즘 수립
4. 기존의 IES 파일 관련 소프트웨어에 대한 내용 및 구조 파악
5. 소프트웨어를 구성하는 주요 메뉴 및 세부 메뉴 선정
6. 프로그래밍을 위한 개발 툴 선정 및 내용 분석

본 프로그램의 개발을 위해 사용된 개발 언어는 Visual C++이며, 모든 윈도우즈 환경 하에서 작동 되도록 구현하였다.

2. IES 파일 정보(IES File Info.)

IES 파일상의 내용들을 그대로 화면에 출력한다. 이를 통해, IES 파일의 내용들을 바로 확인할 수 있다. IES 파일 내의 램프와 다른 램프를 사용하는 경우에는, 램프당 광속을 직접 입력하여, 변환된 광도 값들을 동시에 확인할 수 있다.

다음은 이를 위해, 구현된 화면이다.

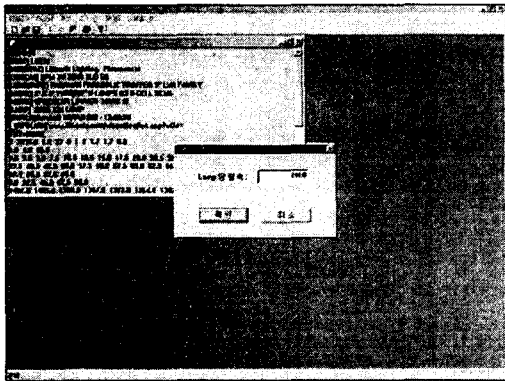


그림 3. IES 파일 내용(IES File Details)

여기서, IES 파일의 내용들을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위해, IES 파일상의 내용들을 분류하여 다시 화면에 출력한다.[3][4]

화면상의 주요 내용들은, 다음과 같다.

- (1) IES File명 및 형식
- (2) 조명기구 설명 및 크기
- (3) Photometry 분류
- (4) Tilt 여부

- (5) 수평각 측정 개수 및 수직각 측정 개수
- (6) Lamp 개수 및 Lamp당 광속
- (7) 안정기 요인(Ballast Factor) 및 입력 전력

다음은 이를 위해, 구현된 화면이다.

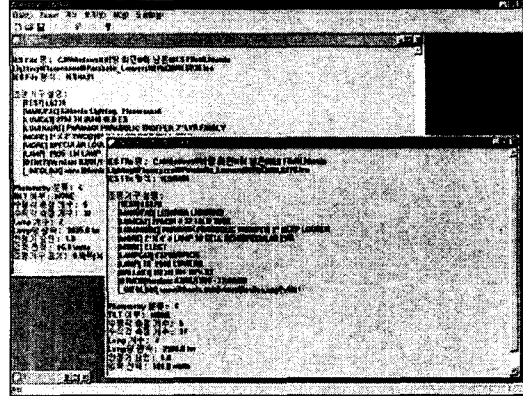


그림 4. IES 측정 데이터(IES Measuring Data)

3. 조도(Illuminance)

3.1 등조도 곡선(Iso-lux Diagram)

등조도 곡선은 직사 조도 Table에서 Grid 상의 조도 값들을 곡선 형태로 화면에 출력한 것인데, 최대 조도 값, 최대치의 10%, 20%, 40%, 60% 및 80%에 해당하는 조도 값들을 Contour를 통해, 색깔별로 확인할 수 있다.(그림 6. 참조)[2]

직사 조도 Table은 조명기구 하단부에 위치한 임의의 평면에서의 직사 조도 또는 점조도를 계산한 후, Grid 형태로 화면에 출력한 것인데, 이때 램프 광속, 바닥에서 조명기구까지의 높이, 평면의 크기를 직접 입력하여, 그 변화 정도를 확인해 볼 수 있다.(그림 5. 참조)[1][2]

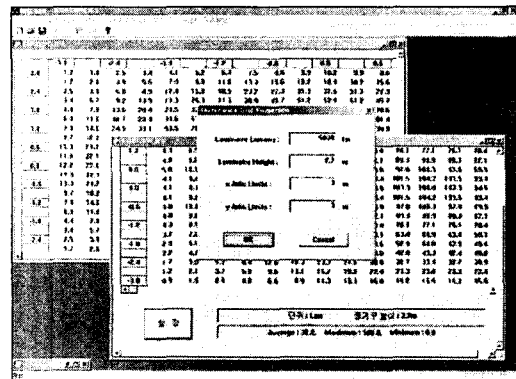


그림 5. 직사 조도 Table(Illuminance Grid)

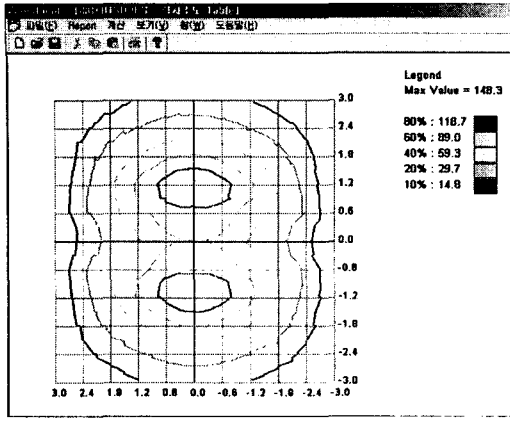


그림 6. 등조도 곡선(Iso-lux Diagram)

3.2 Gray Scale 출력

등조도 곡선에서, 각각의 Contour에 음영을 부여하여 화면에 출력한다. 보다 입체감 있게 밝기를 확인해 볼 수 있으며, 임의로 해상도를 조정해 볼 수 있다. 이때, 램프 광속, 바닥에서 조명기구까지의 높이, 평면의 크기를 직접 입력하여, 그 변화 정도를 확인해 볼 수 있다. 다음은 이를 위해, 구현된 화면이다.

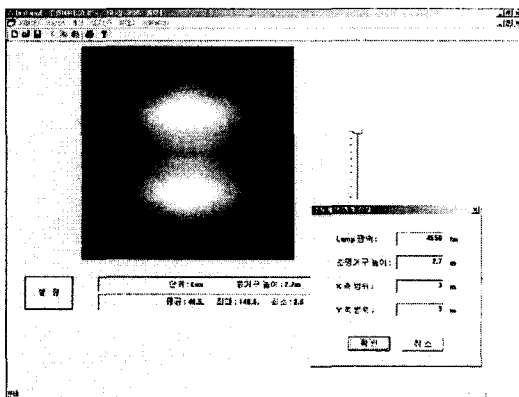


그림 7. Gray Scale 출력(Gray Scale Output)

3.3 평균 조도 계산 (Average Illuminance)

임의의 실내 공간의 작업 면에서의 평균 조도를 계산하여, 일련의 데이터들과 함께 화면에 출력한다. 먼저, 실내 공간 크기, 작업면 높이, 조명기구와 천장사이 거리 등의 공간적 위치, 천장, 벽, 바닥 반사율 등의 공간 반사율, 램프 광속, 조명기구 개수, 광 손실률(보수율) 등의 조명기구 관련 정보를 입력한다.[1][2][3][5][6] 화면상의 주요 내용들은, 다음과 같다.

- (1) 실내 공간 크기
- (2) 공간 반사율
- (3) 조명기구 관련 정보
- (4) 계산 결과: RCR, 유효 반사율, 조명률, 평균 조도

다음은 이를 위해, 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다.

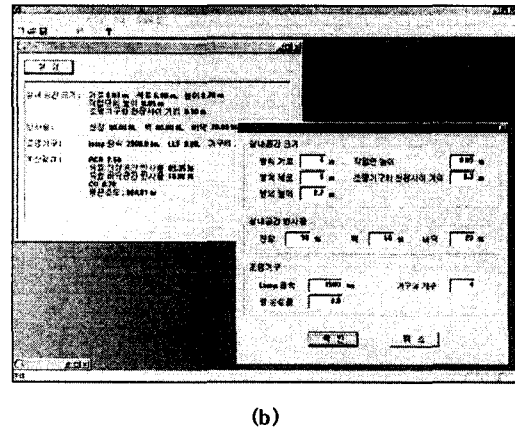
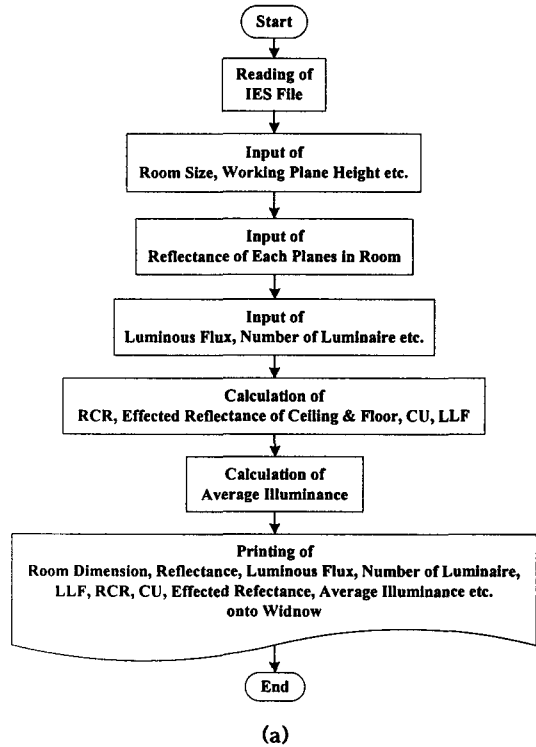


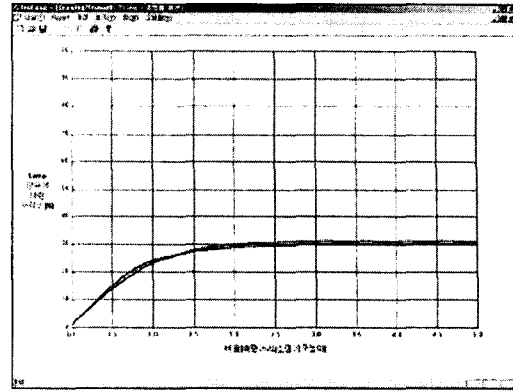
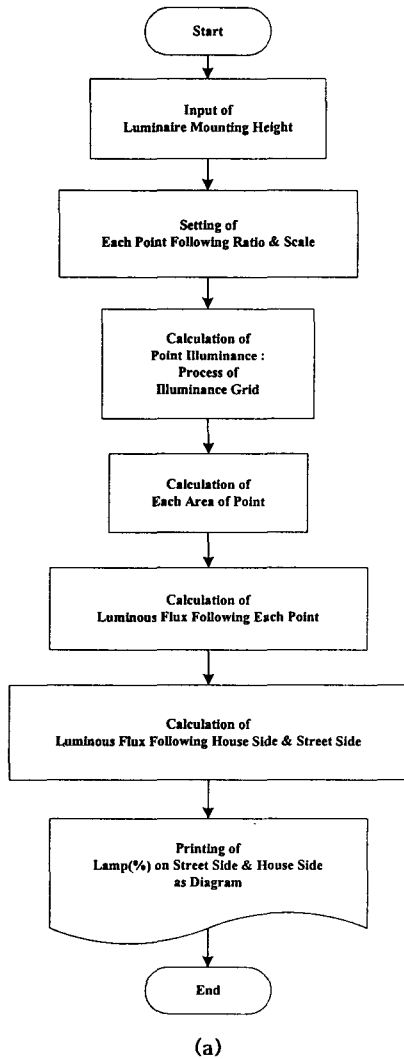
그림 8. 평균 조도 계산(Average Illuminance)

4. 조명률(Utilization Factor)

조명률과 관련해서는, 이미 3배광법 조명률과 구역 공간법 이용률을 이용한 표 형태의 화면 출력을 소개한 바 있다. 본 논문에서는 실외 조명률 곡선(Diagram of Utilization Factor for Outdoor Luminaire)에 대한 소개를 한다.

실외 조명률 곡선은 실외에서 조명기구의 설치 높이에 대한 도로 폭의 비에 따른 조명기구 조명률을 계산하여, 도로 측과 인도 측에 대한 두 가지의 곡선 형태로 화면에 출력한 것이다.[1][2][3]

다음은 이를 위해, 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다.



(b)

그림 9. 실외 조명률 곡선
(Diagram of Utilization Factor for Outdoor Luminaire)

5. Glare

Glare 등급을 평가하기 위해, 본 프로그램에서는 Glare System 곡선(Diagram of Glare System)을 이용하였다.

Glare System 곡선은 기구의 평균 휘도 Table에서 계산된 수직각 45°~ 85°의 휘도 값들을 CIE에서 제공하는 추천 조도치에 따른 Glare 등급과 비교하여 Log scale의 두 가지 곡선 형태로 화면에 출력한 것이다.(그림 11. 참조)[2][5][7]

기구의 평균 휘도 Table은 광도 Table의 수직각 및 수평각에 따른 조명기구의 평균 휘도 값들을 계산하여 표 형태로 화면에 출력한 것이다.(그림 10. 참조)[1][2][6]

그림 10. 기구의 평균 휘도 Table
(Table of Average Luminaire Luminance)

화면상의 주요 내용들은, 다음과 같다.

- (1) Glare 등급
- (2) Quality 등급
- (2) 추천 조도치
- (3) 수직각 45° ~ 85°
- (4) 휘도 값

12. 참조) 한편, 인쇄 기능을 통해, 각 메뉴들에서 구현된 각각의 결과들에 대한 출력물을 직접 확인해 볼 수 있다.(그림 13. 참조)
다음은 이를 위해, 구현된 화면들이다.

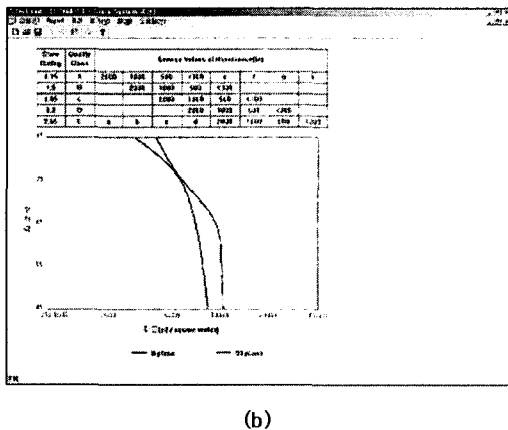
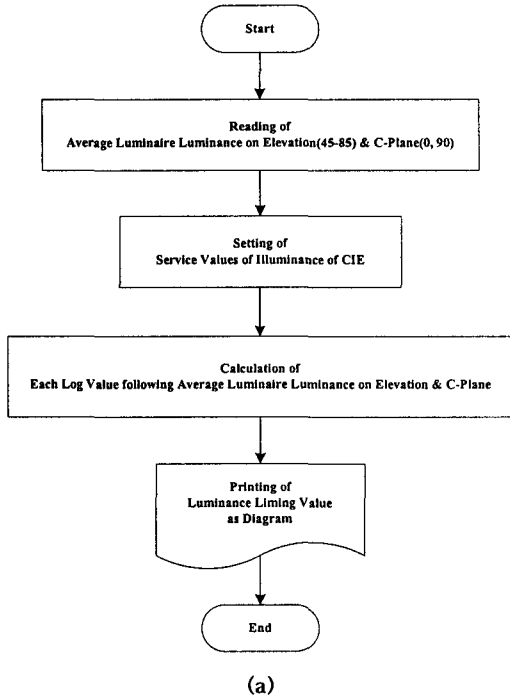


그림 11. Glare System 곡선 (Diagram of Glare System)

6. 도움말(Help) 및 인쇄(Print)

도움말을 통해, 소프트웨어에서 구현된 각 메뉴들에 대한 소개 및 사용 방법에 대해 알아볼 수 있다.(그림

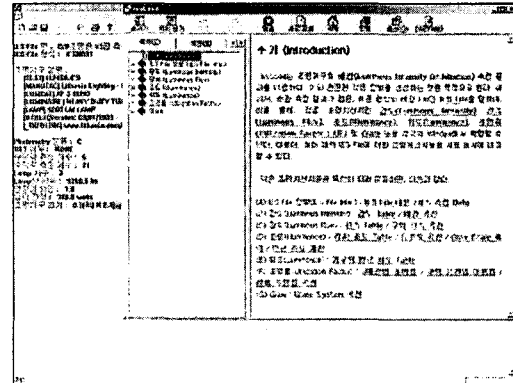


그림 12. 도움말(Help)

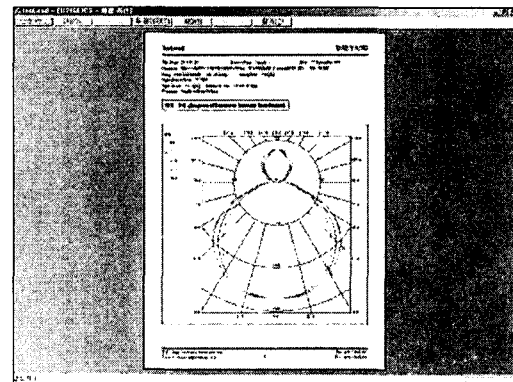


그림 13. 인쇄(Print)

7. 결론

본 논문에서 소개되고 있는 소프트웨어는 조명용 배광 측정기기(Goniophotometer)의 여러 조명 계산치들의 계산을 위해 구현된 프로그램이다. 그러나, 따로 소프트웨어만 가지고도, 해당 조명기구의 IES 파일을 열어, 기구의 광학 성능을 판단·예측할 수 있으며, 나아가 보다 신뢰성 있는 조명 설계까지 기대할 수 있다. 또한, 여러 조명 계산치들에 대해 다양하면서도 빠른 계산 결과를 확인할 수 있다.

현재의 프로그램은 크게 보면, 7가지의 메뉴 구성을 갖고 있다. 즉, IES File 정보, 광도(Luminous Intensity), 광속(Luminous Flux), 조도(Illuminance), 휘도(Luminance), 조명률(Utilization Factor), Glare가 그것인데, 이는 조명 계산에 있어서, 가장 기본적이면서도

중요하게 언급되는 항목들이다. 이를 바탕으로 여러 종류의 조명 이론들을 적용할 수 있는데, 현재까지는 모두 15개 정도의 세부 메뉴를 갖고 있다. 앞으로는 좀더 다양하고, 업데이트 된 조명 이론들이나 메뉴들, 예를 들면, CIE 파일과의 호환성, 등광도 곡선(Iso-candela Diagram), UGR, VCP, TI 등도 추가·개선되길 기대해 본다.

참 고 문 헌

- (1) R. H. Simons, A. R. Bean, "Lighting Engineering Applied calculations", Architectural Press
- (2) David C Pritchard, "Lighting", Fourth Edition, Longman Scientific & Technical
- (3) "Lighting Handbook (Reference & Application)", Illumination Engineering Society of North America, 9th Edition
- (4) "IESNA Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data", IESNA LM-63-95
- (5) 김훈, "조명의 이론과 실제", 강원대학교 특성화사업단
- (6) 윤미림, "전기설비 설계자를 위한 조명계산 Software 개발", 공학석사학위논문, 2001년 2월
- (7) "光と照明 光工学の理論と實際", 新改訂第4版 1994, 日本理工出版 刊